УДК 631.42

**случайно ли сходство почвенно-геохимической структуры катен Тобольского материка, Ишимской равнины и плавского плато?**

И.Н. Семенков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, ivan.from.murygino@yandex.ru

*В почвах таежных, подтаежных и лесостепных катен центра Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин исследованы корреляционные связи между содержанием металлов (*Fe, Mn, Pb, Co, Ni, Zn, Cu, Cr и Sr*) и свойствами почв (величиной рН, содержанием гумуса и гранулометрическими фракциями). Выявлено сходство почвенно-геохимической структуры таежных катен западной части Тобольского материка с подтаежными и лесостепными катенами Ишимской равнины и Плавского плато.*

*Ключевые слова: тяжелые металлы, подвижные соединения, эволюция почвенного покрова, «почва-память», катена, гумусонакопление.*

**Актуальность.** Генезис высокогумусных дерново-подзолистых почв Тобольского материка со слабыми признаками элювиально-иллювиальной дифференциации до сих пор остается дискуссионным, что во многом объясняется сложностью интерпретации геологического развития территории в голоцене. Исходя из минералогической однородности лессовидных карбонатных суглинков в южной части Западной Сибири от южной тайги до подтайги, предполагается, что изначально почвообразование на этой обширной территории шло на сходных по физико-химическим свойствам породах. В процессе эволюции почвенного покрова в гумидных условиях содержание карбонатов в почвообразующих породах северной части региона уменьшилось до 2 – 3%, оставшись до 8–9% на юге. В пределах одной почвенной катены почвообразующие породы дерново-глеевых почв подчиненных ландшафтов на глубине 1,7 – 1,8 м содержат в 3 раза меньше карбонатов, чем породы на тех же глубинах автономных дерново-подзолистых почв. Только на глубине 4 м содержания сравниваются [1].

В пределах современной подзоны южной тайги Западной Сибири после деградации перегляциальных тундростепей на субаэральных лессовидных суглинках произрастала травянистая растительность, в на песках – сосняки [2]. По мере изменений сухостепных условий почвообразования на степные и лесостепные постепенно создавались условия для поселения лесной растительности, в результате чего произошел переход от травянистых формаций, постоянно пополнявших запасы элементов питания, к лесной, накапливающих химические элементы только в фитомассе и подстилке. В настоящее время в южнотаежных ландшафтах Западно-Сибирской равнины поступающее с опадом органическое вещество быстро разлагается с формированием соединений, легко вымываемых в нижние почвенные горизонты. В результате образующиеся гумусовые горизонты оказываются светлее относительно более ранних гумусовых аккумуляций, сформировавшихся в эпоху голоценового оптимума [1].

Предполагая, что вместе с наиболее консервативными морфологическими признаками уровня «почва-память» [3] в почвенном профиле могут сохраниться соотношения химических элементов, свойственные более ранним стадиям почвообразования, рассмотрена почвенно-геохимическая структура таежных, подтаежных и лесостепных катен центра Западно-Сибирской и Восточно-Сибирской равнин. Под почвенно-геохимической структурой в настоящей работе подразумевается радиальное и латеральное распределение в катенах химических элементов и их соединений.

**Объекты и методы исследования.** Таёжные катены исследованы на моренных карбонатных суглинках в юго-западной части Мезенско-Вычегодской равнины на Ляльском стационаре Института Биологии Коми СО РАН и на озёрно-аллювиальных суглинках в западной части Тобольского материка. Распаханные подтаежные и лесостепные катены на карбонатных лессовидных суглинках изучены на Плавском плато, севере и западе Ишимской равнины.

На междуречье катен Мезенско-Вычегодской равнины под елово-пихтовым можжевеловым злаково-разнотравно-зеленомошным лесом сформировались подзолистые остаточно-карбонатные почвы. Верхняя часть слабо покатых склонов занята молодым березово-ивовым с подростом ели и сосны мертвопокровным лесом, чередующимся с участками разнотравно-злакового луга, на дерново-подзолистых остаточно-карбонатных почвах. В средней и нижней частях склонов под ельником с примесью сосны и осины разнотравным или кисличным развиты дерново-подзолистые остаточно-карбонатные почвы, в том числе с вложенным субпрофилем подзола. В днище балки под еловым с примесью березы смородиново-разнотравно-зеленомошным лесом сформировались глеезёмы. Междуречье и склоны катен Тобольского материка заняты елово-пихтовым с рябиной и подростом пихты разнотравно-хвощово-осоковым лесом на дерновых оподзоленных почвах со вторым гумусовым горизонтом. В воронке сбора талых вод и в днище балки под низкобонитетным елово-пихтовым зеленомошным лесом находятся перегнойно-глеевые почвы (глеезёмы).

На междуречье подтаёжных катен северной части Ишимской равнины под березовым разнотравно-злаковым лесом и на распаханных участках распространены тёмно-серые осолоделые почвы (глинисто-иллювиальные чернозёмы), под осиновым разреженно-злаковым лесом – солоди. На распаханных склонах развиты тёмно-серые осолоделые языковатые почвы, в днище балки – солоди. На междуречье и склонах катен Плавского плато развиты агрочернозёмы глинисто-иллювиальные (выщелоченные и оподзоленные чернозёмы) на лёссовидных суглинках. Верхняя часть днища балки со стратозёмами (лугово-чернозёмными почвами) распахана, в средней и нижней – покрыта злаково-разнотравным лугом. Междуречье катен западной части Ишимской равнины занято выщелоченными чернозёмами осолоделыми, склоны – оподзоленными чернозёмами осолоделыми, днище балки – солодями.

Всего на 5 ключевых участках балочных водосборов изучено 15 катен, на 71 точке заложено 60 почвенных разрезов и собрано 397 образцов. Содержание гумуса и величина рН водной суспензии определены стандартными методами, гранулометрический состав – дифрактометрически; валовое содержание металлов – рентген-флуоресцентным методом[[1]](#footnote-1), содержание металлов в вытяжках – атомно-абсорбционным и масс-спектрометрическим[[2]](#footnote-2) методами. Непрочно связанные соединения Fe, Mn, Pb, Co, Ni, Zn, Cu, Cr и Sr экстрагировали в течение 18 ч тремя параллельными вытяжками: 1н HNO3 (соотношение почва:раствор 1:10), ацетатно-аммонийным буфером (ААБ) с рН 4,8 (1:5) и его раствором с 1%-ной этилендиаминтетрауксусной кислотой, ЭДТА (1:5). Обменные соединения (F1) металлов, представленные преимущественно водорастворимыми, собственно обменными и частично карбонатными соединениями, извлекали ААБ. Комплексные соединения (F2), включающие гуматы и фульваты, рассчитывали по разнице концентрации элементов в вытяжке ААБ с ЭДТА и чистого буфера; сорбированные гидроксидами Fe и Mn формы (F3) – по разнице содержания в азотнокислой и ацетатно-аммонийной вытяжках [4], трудно растворимые (F4) – по разнице между валовым содержанием (F5) и непрочно связанными соединениями. Между фракциями соединений металлов и свойствами почв считали коэффициенты корреляции, выделяя значимые с вероятностью не менее 0,95.

**Обсуждение результатов.** По всему профилю дерновых оподзоленных почв, глееземов, глинисто-иллювиальных черноземов и солодей западно-сибирских катен между содержанием форм Sr, Fe, Pb и Zn, а также крупной, мелкой пылью и илом выявлены устойчивые связи, вероятно, унаследованные от материнских пород (таблица 1). Наличие большого количества таких корреляционных связей при сходных геохимических спектрах, возможно, косвенно отражает близость исходного состава почвообразующих пород. Выявленные ассоциации «металл –свойство» в дерновых оподзоленных почвах и глееземах западносибирских катен практически идентичны ассоциациям в черноземах на покровных суглинках Плавского плато и Ишимской равнины, что может указывать на их возникновение в результате почвообразования, и подтверждать гипотезу о луговой стадии развития дерновых почв Тобольского материка [1]. В то же время с подзолистыми, дерново-подзолистыми почвами и глееземами Мезенско-Вычегодской равнины сходные корреляционные группы не выявлены.

Таблица 1.

Устойчивые связи между содержанием металлов и свойствами почв

|  |  |
| --- | --- |
| Свойства почв | Фракция соединений металлов |
| F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
| пыль | 1 | ***Sr*** | ***Fe*** | – | ***Pb*** | – |
| 2 | ***Zn*** | ***Zn*** | ***Zn*** | – | – |
| ил | – | ***Pb*** | ***Zn*** | – | – |
| рН | ***Sr\**** | ***Fe*** | Cr | – | ***Ni*** |
| гумус | ***Mn*** | ***Ni\*,Mn,Pb,Co,Zn,***Fe | ***Mn,Ni,Pb,Zn,***Cr | ***Zn\*,***Ni,Pb | ***Zn\*,Mn,Fe*** |

Примечание. Выделены металлы со статистически значимыми (p>0,95) положительными (красный) и отрицательными (синий) значениями коэффициентов корреляции, устойчивыми в дерновых оподзоленных почвах, глееземах, солодях и черноземах Западно-Сибирской равнины (полужирное выделение), в черноземах глинисто-иллювиальных Ишимской равнины и Плавского плато (подчеркнуто), во всех изученных почвах (\*). Прочерк – отсутствие устойчивых ассоциаций. Пыль: 1 – крупная, 2 – мелкая. Фракции соединений: F1 – обменные, F2 – комплексные, F3 – сорбированные гидроксидами Fe и Mn, F4 – прочно сорбированные (остаточная фракция), F5 – валовое содержание.

Связи между содержанием металлов, а также величиной рН и гумусом, вероятно, отражают результат дифференциации элементов по профилю почв под действием почвообразовательных процессов. Гумусонакопление – единственный общий процесс, свойственный всем почвам изученных катен. С содержанием органического вещества выявлена устойчивая положительная корреляционная связь у комплексных соединений Ni, прочно связанного и валового Zn. С ростом рН во всех почвах увеличивается содержание обменного Sr, повышенные содержания которого в щелочной среде иллювиально-карбонатного горизонта объясняются накоплением выпадающего в осадок стронцианита.

**Заключение**. По корреляционным связям между содержанием металлов и свойствами почв (рН, гумус и гранулометрический состав) выявлено большее сходство исследованных таежных почв западной части Тобольского материка на озерно-аллювиальных суглинках с черноземами глинисто-иллювиальными Ишимской равнины и Плавского плато на лессовидных карбонатных суглинках, чем с таежными почвами Мезенско-Вычегодской равнины, что может подтверждать гипотезу о луговой стадии развития дерновых почв Тобольского материка.

Полевые исследования на восточно-европейских участках выполнены в рамках госбюджетной темы кафедры геохимии ландшафтов и географии почв (I.4 «Природные и антропогенные изменения ландшафтно-геохимических и почвенных систем»), западно-сибирских – Программы Президиума РАН № 4 (Проект 5.4). Формы нахождения металлов определены за счет средств проекта Российского научного фонда № 14-27-00083, результаты обобщены в рамках проекта Российского научного фонда № 17-77-20072. Авторы благодарны Е.Ю. Зайцевой, А.О. Константинову, А.Г. Самулеенкову и М.П. Тентюкову за помощь в сборе фактического материала и химико-аналитических работах.

**Литература**

1. Гаджиев И.М. Эволюция почв южной тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. 455 с.

2. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980. 220 с.

3. Таргульян В.О., Соколов И. А. Структурный и функциональный подход к почве: почва-память и почва-момент // Математическое моделирование в экологии. М.: Наука, 1978. С. 17 – 33.

4. Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г. Состав и соединения тяжелых металлов в почвах. Р. на/Д: Эверест, 2009. 208 с.

**IS THE MATTER OF THE SOIL-GEOCHEMICAL STRUCTURE OF KATENAE OF THE TOBOL, ISHIM UPLAND AND THE PLAVSK PLATO?**

I.N. Semenkov

Lomonosov Moscow State University, Geography department, Moscow, ivan.from.murygino@yandex.ru

*Correlation relations between the content of metals (Fe, Mn, Pb, Co, Ni, Zn, Cu, Cr and Sr) and the properties of soils (pH, humus and granulometric fractions content) were studied in the soils of the taiga, podtaiga and forest-steppe catenae of the East European and West Siberian Plains. The similarity of the soil-geochemical structure of the taiga catenae of the western part of the Tobol'sk upland with podtaiga and forest-steppe catenae of the Ishim Plain and the Plavsk Plateau is revealed.*

Кeywords: heavy metals, mobile compounds, evolution of the soil cover, "soil-memory", catena, humus accumulation.

1. В ИГЕМ РАН. Аналитик А.И. Якушев [↑](#footnote-ref-1)
2. Во Всероссийском институте анализа минерального сырья (ВИМС) имени Н.М. Федоровского. [↑](#footnote-ref-2)